

CLIPPEDIMAGE= JP401119664A
PAT-NO: JP401119664A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 01119664 A
TITLE: SPUTTERING DEVICE

PUBN-DATE: May 11, 1989

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

YOKOTA, MASAOKI
KAMEYAMA, MAKOTO
KUWABARA, TETSUO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

CANON INC

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP62275180

APPL-DATE: October 30, 1987

INT-CL (IPC): C23C014/34

US-CL-CURRENT: 204/298.07

ABSTRACT:

PURPOSE: To efficiently form a deposit film having superior surface precision and the desired composition by providing sputtering gas discharge openings distributed all over the surface of a sputtering target.

CONSTITUTION: In a vacuum tank 2 equipped with an exhaust hole 4, Ar gas is supplied through sputtering gas discharge openings 32 provided to the surface of a sputtering target 26 on a cathode electrode 24, and then, the above target 26 is bombarded with the ionized Ar gas, by which Ta atoms, etc., are sputtered and introduced onto the surface of a substrate 12. The above discharge openings 32 are provided to all over the surface of the target 26, and, e.g., slit width W and the length L of a side of a block are regulated to about $0.1\sim 5.0\text{mm}$ and about $5\sim 50\text{mm}$, respectively. Further,

a reactant gas of
N₂, etc., is discharged to the vicinity of the
substrate 2 surface and
ionized by means of a coil 18 for glow discharge, by which
these ions are
combined with the above Ta atoms, etc., and, as a result, a
deposit film of
Ta₃N₅, etc., is efficiently formed on the substrate 12.
Moreover, the target 26
can be uniformly sputtered and the deposition of a reaction
product, such as
Ta₃N₅, can be prevented.

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平1-119664

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)5月11日

C 23 C 14/34

8520-4K

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 スパッタリング装置

⑯ 特 願 昭62-275180

⑰ 出 願 昭62(1987)10月30日

⑱ 発 明 者	横 田 正 明	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑲ 発 明 者	亀 山 誠	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑳ 発 明 者	桑 原 鉄 夫	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
㉑ 出 願 人	キャノン株式会社	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	
㉒ 代 理 人	弁理士 山下 穰平		

明 細 書

1. 発明の名称

スパッタリング装置

2. 特許請求の範囲

(1) スパッタリングターゲットの表面に全体的に分布したスパッタリングガス吐出開口が設けられていることを特徴とする、スパッタリング装置。

(2) 増強膜形成の行なわれる基材面の近傍に反応ガスを吐出させる手段と該ガスをイオン化させる手段と備えている、特許請求の範囲第1項のスパッタリング装置。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

本発明はスパッタリング装置に関する。スパッタリングは各種部材の表面被覆のための成膜に広く利用されており、たとえば直接光学面を形成する高精度光学素子成形のための型部材の成形面の表面被覆に利用される。

【従来の技術及びその問題点】

従来、成膜法としてスパッタリング法が広く利用されている。そして、近年スパッタリング法を用いて光学素子成形用型部材の成形面に表面被覆層を形成することが提案されている。

一般に、レンズ、プリズム、ミラー及びフィルタ等の光学素子は、ガラス等の素材を研削して外形を所望の形状とした後に、機能面即ち光が通過及び/または反射する面を研削して光学面とすることにより製造されている。

しかして、以上の様な光学素子の製造においては、研削及び研摩により所望の表面精度(即ち表面形状及び表面粗さ等の精度)を得るためには、

熟練した作業が相当の時間加工を行なうことが必要であった。また、機能面が非球面である光学素子を製造する場合には、一層高度な研磨及び研磨の技術が要求され且つ加工時間も長くなるざるを得なかった。

そこで、最近では、上記の様な従来の光学素子製造方法に代って、所定の表面精度を有する成形用金型内に光学素子材料を収容して加熱しながら加圧することによりプレス成形にて直ちに機能面を含む全体的形状を形成する方法が行なわれる様になってきている。これによれば、機能面が非球面である場合でさえも比較的簡単且つ短時間で光学素子を製造することができる。この様なプレス成形法は光学素子の連続製造に適する。

以上の様なプレス成形において使用される型部材に要求される性質としては、十分な硬度、良好な耐熱性、良好な熱面加工性及び成形時において光学素子材料と融着を起さないこと等があげられる。

従来、この様なプレス成形用型部材としては金

の表面まで拡散するので、該ターゲットの表面近傍のプラズマ中において反応生成物が形成され該反応生成物がターゲット表面に付着してターゲットを覆うので、スパッタリングの効率が低下するとともに、表面電気抵抗が大きくなりアーク放電が発生してターゲットから大径の粒子が飛び出して基材に付着することがあり基材表面に堆積した薄膜の表面粗さを十分に小さくすることが困難である。

このため、従来のスパッタリング装置を用いて光学素子成形用型部材の被覆層を形成すると、所望の組成で良好な表面精度の被覆層を形成することが困難であり、このため該型部材を用いて繰返し成形を行なうと表面精度が比較的早く劣化しがちであるという問題点があった。

そこで、本発明は、上記従来技術に鑑み、表面精度が良好で所望の組成を有する堆積膜を良好な効率で形成することのできるスパッタリング装置を提供することを目的とする。

【問題点を解決するための手段】

炭やセラミックスが盛用されているが、近年、型部材に要求される特性が次第に高くなるにつれて、型部の成形面に炭化や窒化物等の被覆層を形成することが提案されるに至っている。これらの被覆層の成膜をスパッタリング法を用いて行なうには、いわゆる反応性スパッタリングが用いられる。即ち、スパッタリングターゲットに不活性ガスイオンを衝突させてターゲット原子を飛び出させるとともに炭素含有ガスや窒素含有ガスをイオン化させ、該イオンをスパッタされたターゲット原子と反応させて反応生成物たる炭化物や窒化物を基材表面に堆積させるのである。

しかして、従来の反応性スパッタリング装置においては、反応ガスがスパッタリングターゲットの表面まで拡散するので、基材近傍の反応ガス濃度が比較的低くなり、このため該基材近傍で形成される反応生成物は比較的反応ガス成分の含有率が小さくターゲット成分が大きなものとなり、反応ガス含有率の大きな被覆層を得るのが困難である。また、反応ガスがスパッタリングターゲット

本発明によれば、以上の如き目的を達成するものとして、

スパッタリングターゲットの表面に全体的に分布したスパッタリングガス吐出開口が設けられていることを特徴とする、スパッタリング装置、が提供される。

【実施例】

以下、図面を参照しながら本発明の具体的実施例を説明する。

第1図は本発明によるスパッタリング装置の第1の実施例を示す概略構成図である。本実施例は基材として光学素子成形用型部材を用い、該型部材の成形面に窒化タンタルの被覆層を形成する場合のものである。

図において、2は真空槽である。該真空槽には排気口4が接続されており、該排気口は不図示の減圧源を含む排気系に接続されている。真空槽2内の上端にはヒータ8が配置されており、8はその電源である。該ヒータ8の下方に基材支持体10が配置されており、該支持体には成膜面を下方

きにして基材(母材)12が支持される。14は該基材に対しバイアス電圧を印加するためのバイアス電極である。

基材支持体10の下方には反応ガス吐出パイプ18の吐出開口が位置している。該反応ガス吐出パイプは真空槽2外の不図示の反応ガス(窒素ガス、アンモニアガス)供給源に接続されている。また、基材12の下方にはグロー放電発生用のコイル18が配置されており、20はその電極であり、22は整合回路である。

上記真空槽2内の下部にはカソード電極24が配置されており、該電極上にはスパッタリングターゲット(タングステン)26が配置されている。カソード電極24には電極28が接続されている。30はスパッタリングターゲット26と上記基材支持体10とを結ぶ位置に配置されたシャッタであり、該シャッタは真空槽2外の不図示の駆動装置により駆動せしめられ、ターゲット26と基材支持体10との間の通路を適時遮断することができる。

高い濃度の反応ガスを存在させ且つ該ガスを効率的にイオン化させて良好な反応効率を実現することができる。また、十分に高い窒素含有率の堆積膜を得ることができる。また、本実施例装置によれば、ターゲット26の表面に反応ガスが接近できないので、該ターゲットの表面に反応生成物たる窒化タングステンが堆積することがなく、このためスパッタ効率を十分に高く維持することができ且つアーク放電を生ずることがなく該ターゲット26から大径粒子が飛び出して基材面に付着して表面粗さを低下させる様なこともない。

第3図は上記実施例におけるスパッタリングターゲット26の他の例を示す平面図である。

本例においては、ターゲット26に縦横L'のピッチで配列された直径dの小孔が反応ガス吐出開口33とされている。該小孔径dはたとえば0.1~5.0mmであり、該小孔配列ピッチL'はたとえば5~50mmである。

第4図は本発明によるスパッタリング装置の第2の実施例を示す概略構成図である。本図におい

本実施例においては、スパッタリングのための不活性ガス(アルゴンガス)は上記スパッタリングターゲット26の表面に形成された吐出開口32から真空槽2内に供給される。34は該吐出開口に対しスパッタリングガスを供給するためのパイプであり、該パイプは不図示のガス供給源に接続されている。

第2図は上記スパッタリングターゲット26の平面図である。

図示される様に、ターゲット26は多数のブロックからなり、隣接ブロック間がスリット状の反応ガス吐出開口32とされている。該スリットの幅Wはたとえば0.1~5.0mmであり、ターゲットの各ブロックの1辺の長さLはたとえば5~50mmである。

以上の様な本実施例の装置によれば、スパッタリングターゲット26の表面に全体的に分布している吐出開口からスパッタリングガスを吐出させているので、該ターゲット26の表面近傍には反応ガスが接近できず、このため基材近傍に十分に

て、上記第1図におけると同様の部材には同一の符号が付されている。

本実施例は、磁界発生用コイル38及びその電極38を有する点のみ上記第1実施例と異なる。該コイルは基材12の下方に図示される上下方向の磁界Hを生ぜしめることができる。

本実施例によれば、上記第1実施例と同様の効果の他に、基材12の近傍に形成される反応ガスプラズマを収束させることができ、イオン化率を向上させて反応を促進することができる。更に、反応ガスプラズマを収束させることができるので、基板支持体10等へのプラズマ放電の広がりを防ぐことができる。

以下、本発明装置を用いて光学素子成形用型部材を製造し更に該型部材を用いてガラス成形を行なった実施例を示す。尚、同時に比較例をも示す。

光学素子成形用型部材の製造及び光学素子成形の実施例：

上記第1図の装置を用いて、第5図に示される様な光学素子成形用型部材を製造した。第5図において、12は型母材であり、13は該型母材の成形面上に形成された窒化タンタル被覆層である。

先ず、超硬合金〔WC (90%) + Co (10%)〕からなる型母材材料を切削加工し、次いで成形光学素子の機能面(光学面)に対応する成形面を所望の表面精度に加工した。型母材の成形面は凹面であり、先ずダイヤモンド砥石による研削で所望の曲率に加工し、次いで粒径1 μ mのダイヤモンドパウダーを用いた研磨を行ない、ニュートンリング1本程度の表面形状精度及びRmax 0.02 μ m程度の表面粗さ精度に仕上げた。

該型母材12の成形面に、第1図の装置を用いてスパッタリングにより窒化タンタル層13を成膜した。

窒化タンタル層の形成時には、所定の精度に仕上げられた型母材12を有機溶剤で洗浄した後に型母材支持体10により支持した。次に、真空槽

0.04 μ m/分であり、堆積膜面には大径粒子は認められなかった。

また、比較のために、上記と同様にして得られた型母材12の成形面に第6図で示されるスパッタリング装置を用いて厚さ約1 μ mの窒化タンタル層13を形成した。第6図において、上記第1図における同様の部材には同一の符号が付されている。図示される様に、アルゴンガスはパイプ40の先端から横向きに吐出せしめられる。尚、スパッタリングターゲット27は通常の板状体である。この際の成膜速度は約0.01 μ m/分であり、堆積膜面には1~3 μ m径の大径粒子が認められた。

次に、以上の様にして製造された型部材を用いて、光学ガラスのプレス成形を行なった。

第7図はプレス成形に用いた装置を示す断面図である。

図において、101は密閉容器であり、102はその蓋であり、103、104は光学素子(凹

2内を所定の真空度まで排気し、パイプ34からアルゴンガスを導入し、高周波電圧20によりコイル18に高周波電圧を印加してグロー放電を発生させ、更にバイアス電圧14により型母材12に負の電圧を印加して、アルゴンイオンによる型母材12のスパッタクリーニングを行なった。その後、電圧28よりカソード電極24に高周波の電圧を印加して該タンタルターゲット26の近傍にアルゴンのグロー放電を発生させて、タンタルターゲットにアルゴンイオンの衝撃を与え、同時に上記パイプ18から窒素ガス及びアンモニアガスを導入し且つ電圧20によりコイル18に高周波電圧を印加して窒素プラズマを形成し、バイアス電圧14により型母材12に負のバイアス電圧を印加して、上記窒素プラズマ中の窒素イオンを型母材12の方へと引き込むことにより、タンタルの反応性スパッタリングを行なった。これにより、型母材12の表面に厚さ約1 μ mの窒化タンタル層13が形成された。この際の成膜速度は約

凸レンズ)を成形するための上記型部材であり、103は上型部材であり、104は下型部材である。105は上型押えであり、106は側型部材であり、107は型ホルダーであり、108はヒーターであり、109は下型突き上げ棒であり、110は該棒を駆動させるエアシリンダーである。111は油回転ポンプであり、112、113、114はバルブであり、115は窒素ガス導入パイプであり、116はバルブであり、117は排出パイプであり、118はバルブであり、119は温度センサーであり、120は水冷パイプであり、121は密閉容器101の台である。

プリント系光学ガラス(SF14、軟化点 $T_g = 588^\circ\text{C}$ 、ガラス転移点 $T_g = 485^\circ\text{C}$)を所定重量の球形状として成形のためのブランクを作成した。

密閉容器101の蓋102を開き、上型部材103及び上型押え105を取外して下型部材104上に上記ブランクを載せて、上型部材103及

び上型押え105を取付けた。更に蓋102を閉じてから、水冷パイプ120に水を流し、ヒーター108に通電した。この時、窒素ガス用バルブ116、バルブ118及び排気系バルブ112、113、114を閉じておいた。次に、油回転ポンプ111を作動させ、バルブ112を開き、容器101内を排気した。容器101内の圧力が 10^{-2} Torr以下となった後に、バルブ112を閉じ、バルブ116、118を開いて窒素ガスをポンベから密閉容器101内へと導入した。所定温度になった後にエアシリンダー110を作動させて 10 Kg/cm^2 の圧力で5分間プレス成形を行なった。加圧力を除去し、約5℃/分の速度でガラス転移点以下になるまで冷却し、その後20℃/分以上の速度で冷却を行ない、温度が200℃以下に下った後に、バルブ116、118を閉じ、リークバルブ113を開いて密閉容器101内に空気を導入した。次に、蓋102を開き、上型部材103及び上型押え105を取外して成形済光学素子を取り出した。

図のプレス後の型部材の成形面の走査型電子顕微鏡写真(倍率3450倍)を参考写真1及び参考写真2に示す。参考写真1はNo. 1のものであり、表面欠陥は殆どない。一方、参考写真2はNo. 2のものであり、表面には欠陥としての融着ガラスが白点状に現れている。

第1表及び参考写真から、15000回程度のプレス後においてはNo. 1の方が優れていることが分る。これは、No. 1の方が型部材被覆層の窒素含有率が高く、成形時におけるガラスとの反応が生じにくいためであると考えられる。

上記実施例ではスパッタリングターゲットとしてタンタルを例示したが、その他チタン、モリブデン、タングステン、ホウ素、クロム、ハフニウム等の適宜のターゲットを用いることができる。また、上記実施例では反応性ガスとして窒素ガス及びアンモニアガスを例示したが、その他の窒素含有ガス更には炭素含有ガス等の適宜の反応性ガスを用いることもできる。

【発明の効果】

第8図はプレス成形時のガラスの温度変化を示す図である。

以上の様なプレス成形を同一型部材を用いて15000回繰返した。その際の型部材103、104の成形面の表面粗さ及び成形された光学素子の光学面の表面粗さについて第1表に示す。尚、No. 1は上記第1図の本発明装置で製造された型部材を用いた場合であり、No. 2は上記第6図の装置で製造された型部材を用いた場合である。

第 1 表

No.	表面粗さRmax (μm)		
	成形回数	光学素子	型部材
1	10000	0.04	0.05
	12000	0.04	0.05
	15000	0.04	0.05
2	10000	0.04	0.05
	12000	0.04	0.05
	15000	0.05	0.07

上記No. 1及びNo. 2に関する15000

以上の様な本発明によれば、スパッタリングターゲットの表面に全体的に分布したスパッタリングガス吐出開口を設けたので、該吐出口からスパッタリングガスを吐出させることにより、ターゲットの表面近傍には反応ガスが接近できず、このため基材近傍に十分に高い濃度の反応ガスを存在させ且つ該ガスを効率的にイオン化させて良好な反応効率を実現することができるとともに、十分に高い反応ガス成分含有率の堆積膜を得ることができる。

また、本発明によれば、ターゲットの表面近傍に反応ガスが接近できないので、該ターゲットの表面に反応生成物が堆積することがなく、このためスパッタ効率を十分に高く維持することができ且つアーク放電を生ずることがなく該ターゲットから大径粒子が飛び出して基材面に付着して表面粗さを低下させる様なこともない。

4. 図面の簡単な説明

第1図及び第4図は本発明によるスパッタリング装置を示す概略構成図である。

第2図及び第3図はスパッタリングターゲットの平面図である。

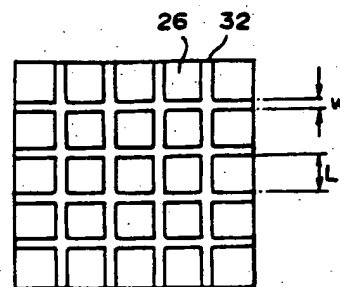
第5図は光学素子成形用基板材の断面概略図である。

第6図はスパッタリング装置の概略構成図である。

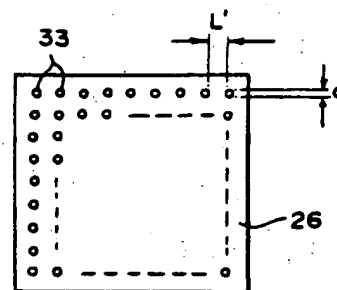
第7図は光学素子のプレス成形に用いた装置を示す断面図である。

第8図は光学素子のプレス成形時のガラスの温度変化を示す図である。

第2図



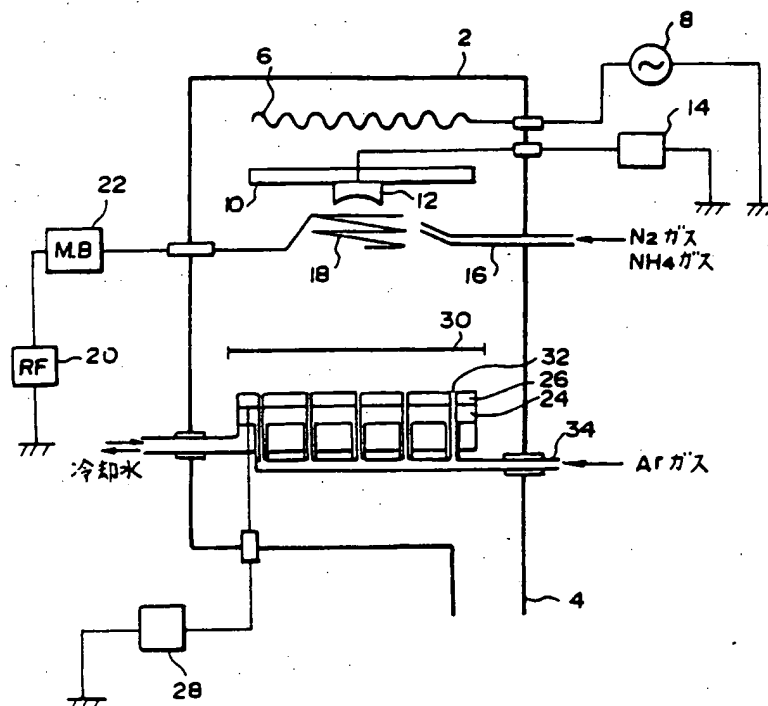
第3図



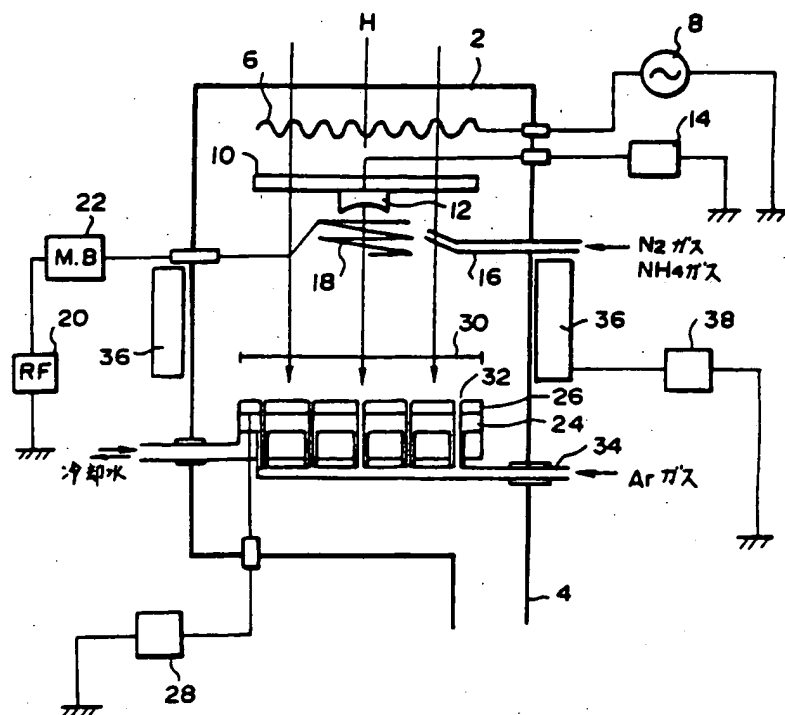
- 2 : 真空槽、 6 : ヒータ、
 10 : 基材支持体、 12 : 基材、
 24 : カソード電極、
 26 : スパッタリングターゲット、
 32, 33 : 反応ガス吐出開口。

代理人 弁理士 山下 善 平

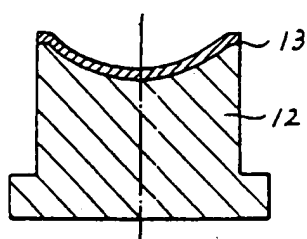
第1図



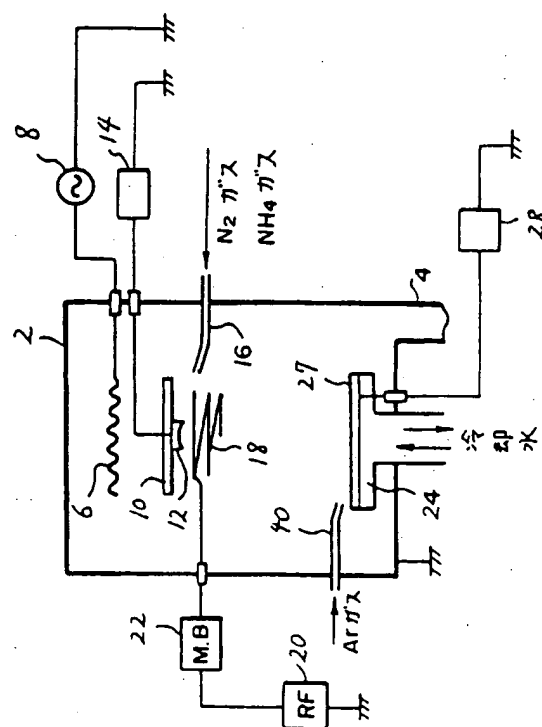
第 4 図



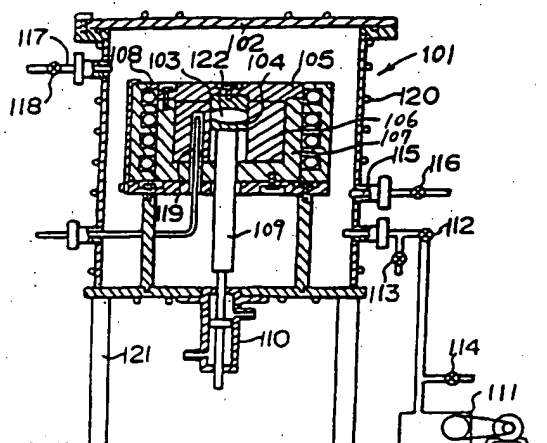
第 5 図



第 6 図



第 7 図



第 8 図

